

УДК 658.52.011

ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ОТСЧЕТА ПЕРЕМЕЩЕНИЙ В СТАНКАХ С ЧПУ ПУТЕМ ОПТИМАЛЬНОЙ ЮСТИРОВКИ СИСТЕМЫ ОТСЧЕТА

Гордеева А.С.

Научный руководитель – профессор ЮНЕСКО, Заслуженный работник науки и образования РФ Либерман Я.Л.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина

Как известно, в станках с ЧПУ зачастую применяются системы отсчета перемещений, состоящие из трех элементов: кодовый датчик положения рабочего органа станка, механизм перемещения рабочего органа (реечная передача или передача «винт - гайка») и механизм связи этих двух элементов. Каждая из составных частей системы отсчета вносит свою долю в суммарную погрешность, выражающуюся в том, что фактические кванты перемещения рабочего органа станка, кодируемые датчиком, отличаются на ту или иную величину от их теоретических значений. Эти отличия проявляются в отклонениях фактических положений границ квантов от их расчетных положений и при юстировке системы отсчета должны быть минимизированы. Минимизация может быть проведена путем коррекции нуля системы отсчета, что достигается с помощью её оптимальной юстировки.

Для осуществления оптимальной юстировки необходимо определить корректирующую поправку. Указанная поправка должна быть равна математическому ожиданию упомянутых выше отклонений границ квантов и отыскать её можно лишь на основе экспериментов, в ходе которых эти отклонения измеряются.

Измерения, о которых идет речь, сегодня, производятся по разному. В простейшем случае для этого используется осциллограф, экран которого фотографируется, затем фотоснимки увеличиваются и обмеряются специальными микрометрами. Более рационально вместо осциллографа применять устройство, защищенное авторским свидетельством СССР № 410444. Оно содержит блок формирования сигналов на границах квантов и лентопротяжный механизм, соединенный с исследуемой системой отсчета через понижающий редуктор. При работе системы отсчета на мерную ленту автоматически наносятся метки соответствующие границам квантов, но расположенных на расстояниях, увеличенных понижающим редуктором. После заполнения ленты данные с неё считывают и обсчитывают. И то и другое выполняется «вручную», что не точно и трудоемко. Кроме того редуктор в измерения вносит дополнительную погрешность.

Существует в настоящее время и устройства, построенные по иному принципу, без понижающего редуктора и лентопротяжного механизма, например, устройство, защищенное патентом РФ № 96714. Такое устройство автоматически определяет фактические размеры квантов перемещения, но корректирующую поправку не определяет. Как и в предыдущем случае, применяя его, эту поправку нужно определить «вручную».

В настоящей работе предлагается устройство, автоматически определяющее корректирующую поправку. Разработано оно на базе устройства по патенту № 96714 и представлено на рис. 1 в виде общей схемы.

При использовании устройства привод 1 запускают и ждут, пока скорость его работы установится постоянной, порядка 15 об/мин (он снабжен схемой стабилизации скорости общеизвестной конструкции, на рисунке не показанной). Затем устройство

включают в работу. На выходах системы отсчета 2, (она так же, как обычно, преобразует угол поворота своего входного вала в код Грея или иной однопеременный код) последовательно начинают сменять друг друга параллельные кодовые комбинации, состоящие из нулей и единиц. При смене кодовых комбинаций, выдаваемых системой отсчета 2, на границах квантов кодируемого угла, формирователь 3 подает импульсы на Т – триггер 4.

При поступлении каждого импульса на вход Т – триггера 4 он переключается, и получается, что пока система отсчета 2 выдает одну кодовую комбинацию, Т – триггер находится в одном состоянии, а пока выдает следующую комбинацию, то в противоположном состоянии. Т.е., пока система отсчета 2 выдает кодовую комбинацию, у Т – триггера 4 единица на одном выходе (в частности, на первом), а пока система отсчета 2 выдает следующую комбинацию, у Т – триггера 4 единица на другом выходе (в частности, на втором).

Генератор импульсов 7 (он включается предварительно) в процессе работы устройства с высокой частотой подает импульсы на вторые входы логических элементов 5 и 6. Если в данный момент единица находится на первом выходе Т – триггера 4, то импульсы от генератора проходят на вход счетчика 9. Если единица находится на втором выходе Т – триггера 4, то эти импульсы проходят на вход счетчика 12. Тот или иной счетчик импульсов считает и выдает на выходе последовательно возрастающее двоичное число. Это число поступает на ключевую схему 10 или 13, но не проходит через нее до тех пор, пока Т – триггер 4 не переключится. В момент переключения Т – триггера, когда на его первом или втором выходе появляется единица взамен нуля, дифцепь 14 или 15 «вырезает» из этой единицы передний фронт и через элемент ИЛИ 21 подает импульс на вход Z запоминающего устройства 8 и далее на шины прямого сдвига X, сдвигая информацию в регистрах 22 на один разряд и тем самым подготавливая их к приему числа, которое несколько позднее будет прочитано с выхода счетчика 9 или 12. Через элемент задержки 19 или 17 этот импульс кратковременно включает ключевую схему 10 или 13, число из соответствующего счетчика прочитывается и, проходя через элементы ИЛИ 20 блока ИЛИ 11, записывается в память 8. Если число прочитано из счетчика 9, то далее через элемент задержки 18 импульс от дифцепи 15 поступает на шину сброса счетчика 9 и устанавливает его в исходное (нулевое) состояние. Если число прочитано из счетчика 12, то далее через элемент задержки 16 импульс от дифцепи 14 через элемент задержки 16 поступает на шину сброса счетчика 12, и тот аналогично обнуляется. При обнулении первого счетчика импульсы от генератора 7 считает второй счетчик, при обнулении второго счетчика импульсы от генератора 7 считает первый счетчик. Попеременно происходит и прочитывание чисел с выходов счетчиков и запись их в запоминающее устройство 8. Поскольку Т – триггер 4 переключается на границах квантов кодируемого угла, интервалы времени между его переключениями пропорциональны реальным величинам квантов. А значит, числа, записываемые в память 8, также пропорциональны реальным величинам квантов.

После того, как все числа, характеризующие реальные величины квантов угла исследуемой системы отсчета, записаны в запоминающее устройство 8, привод 1 системы 2 останавливают, генератор 7 выключают и внешним сигналом А включают ключевую схему 24 и генератор импульсов 23. Генератор 23 начинает подавать импульсы на шину Y обратного сдвига регистров 22 запоминающего устройства 8, на счетный вход счетчика 27 и на блок задержки 35. Запоминающее устройство через ключевую схему 24 начинает вводить в блок интегрирования 28 последовательно одно число за другим. Блок 28 суммирует каждое поступившее в него число с ранее имевшимся в нем и выдает число, характеризующее положение каждой реальной i-ой границы кванта относительно нуля системы отсчета 2.

Перед подачей на схему 24 и генератор 23 сигнала А, в блок умножения 30 с помощью задатчика 33 вводится двоичное число, характеризующее теоретическую величину кванта угла исследуемой системы отсчета. После каждого импульса, поступившего от генератора 23 на счетный вход счетчика 27, этот счетчик выдает число i , соответствующее количеству двоичных чисел, поступивших из памяти 8 в блок интегрирования 28. Это же число поступает в блок умножения 30 и в блок деления (на входы ввода делителя) 31. При этом на выходах блока умножения 30 оказывается число, характеризующее положение каждой теоретической i -ой границы кванта. Каждый импульс от генератора 23 далее проходит через блок задержки 35 и заставляет сработать ключевые схемы 25 и 26. Эти схемы пропускают на входы блока сравнения 32 числа с выходов блока умножения 30 и блока интегрирования 28. В блоке сравнения 32 из первого числа вычитается второе и на выходе блока 32 оказывается число, характеризующее отклонение положения реальной границы i -го кванта от положения теоретической границы этого кванта. Полученное отклонение поступает в блок интегрирования 29, где суммируется с ранее поступившими в него. Результат суммирования с выходов блока 29 поступает в блок деления 31 на входы ввода делимого. Поскольку в него уже поступило число i от счетчика 27, являющееся делителем, то на выходе блока 31 получится число, соответствующее среднеарифметической величине отклонения реальных границ квантов от их теоретических положений в интервале квантов от нуля до i . Эта величина поступит на цифровое табло 34 и будет индицирована. После того, как запоминающее устройство 8 полностью выдаст все ранее записанные в нем числа, показания с табло 34 можно прочитать. Они и будут являться искомой поправкой, которая требуется для оптимальной юстировки системы отсчета. Сама же юстировка может быть далее произведена путем алгебраического суммирования с координатой «нуля» системы.

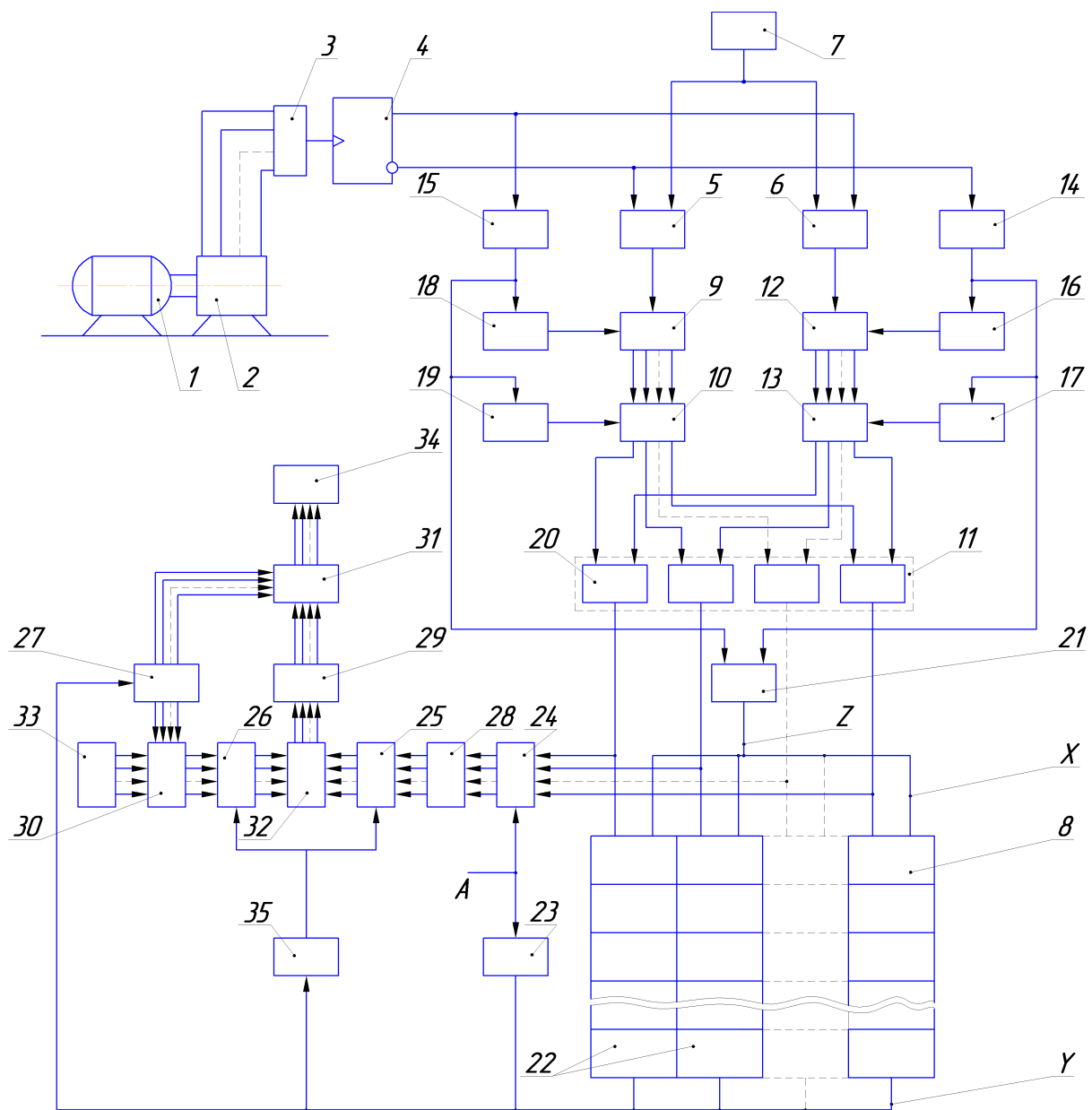


Рис.1. Устройство для определения корректирующей поправки